

COMPOSITE CRYSTAL RESONATOR

Patent Number: JP55138916
Publication date: 1980-10-30
Inventor(s): HOSHI HIDEO
Applicant(s):: SEIKO INSTR & ELECTRONICS LTD
Requested Patent: ☐ JP55138916
Application Number: JP19790047779 19790418
Priority Number(s):
IPC Classification: H03H9/205 ; H03H9/13 ; H03H9/21
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To improve a temperature characteristic, by making a groove or a hole in at least of one a composite type crystal resonator consisting of plural connected crystal resonators.

CONSTITUTION:Holes are made in the vibrator arms 6a, 6b, respectively, and electrodes are provided in the vibrator arm and the hole side. And the electric field which is generated due to the fact that electrodes having different polarities are arrayed so as to face each other becomes a component which is parallel with the main surface of crystal. Since the width direction of the tuning fork crystal resonator conforms to not only the X orientation of the crystal axis but also the direction of the electric field, vibration of a satisfactory efficiency is caused. Furthermore, since the coefficient of coupling of electric machine can be raised owing to the foregoing, the vertex temperature of a characteristic of the frequency-temperature wefft. can be raised as the electromechanical coupling factor rises up.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55-138916

⑤ Int. Cl.³
H 03 H 9/205
9/13
9/21

識別記号

庁内整理番号
7190-5 J
6578-5 J
7190-5 J

⑬ 公開 昭和55年(1980)10月30日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 複合水晶振動子

⑯ 特 願 昭54-47779
⑰ 出 願 昭54(1979)4月18日
⑱ 発 明 者 星英男
東京都江東区亀戸6丁目31番1

号株式会社第二精工舎内
⑲ 出 願 人 株式会社第二精工舎
東京都江東区亀戸6丁目31番1
号
⑳ 代 理 人 弁理士 最上務

明 細 書

発明の名称 複合水晶振動子

特許請求の範囲

- (1) 複数の屈曲型水晶振動子を電気的に並列接続した複合水晶振動子に於て、前記複数の振動子のうち少なくとも一つは、振動子の一部に振動面と垂直な方向に穴または溝が形成され、前記穴または溝の側面に電極膜が設けられていることを特徴とする複合水晶振動子。
- (2) 前記振動子の一部に形成された穴または溝の側面のうち振動子の側面と対向する側面と、振動子の側面との間隔を W_0 、振動部の巾を W とすれば、 W_0/W が $0.2 \sim 0.5$ であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の複合水晶振動子。
- (3) 前記振動子はエッチング加工により形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項、第2項記載の複合水晶振動子。

発明の詳細な説明

本発明は、複数の屈曲型水晶振動子、特に二個の音叉型水晶振動子を電気的に並列接続した複合水晶振動子に於る、水晶振動子の形状と電極構造に関するものである。

従来から、第1図Aに示すように振動子1、2を並列接続して回路に接続することにより、第1図Bの曲線3のような周波数-温度特性が得られることが知られており、特に近年音叉型水晶振動子を二個用いて周波数-温度特性を改善し、高精度電子腕時計等に利用するという試みがなされている。尚第1図Bの曲線1a、1bは各々振動子1、2の単体の温度特性を示す。しかし、音叉型水晶振動子の零温度係数温度（以下 T_0 と略す）に上限値があり、実際には第2図A、Bに示す従来の振動子に於て、腕時計に使用するような超小型の振動子の場合には約40℃が上限であつた。従つて第1図Bに於る高い方の T_0 すなわち T_{0H} に上限があるので、改善された周波数-温度特性3は、高温側での改善が充分ではないという欠点があつた。

そこで本発明は、振動子の形状と電極構造の工夫により、 T_0 を大巾に上昇させ、高温領域に於ても良好な温度特性が得られるような複合水晶振動子を得ることを目的とするものである。

以下図面と共に本発明について説明していく。

第3図A, Bに本発明の水晶振動子を示す。すなわち振動腕6a, 6bに各々穴6ah, 6bhを設け、前記穴6ah, 6bhの側面と、振動腕6a, 6bの側面に電極を設け、異なる極性の電極が対向するような電極構造にするというものである。さらに詳しく説明すると、穴6ahの側面に配置された電極7ahと振動腕6bの側面に配置された電極7bが、接続電極8a, 8bを介して接続され、また、穴6bhの側面に配置された電極7bhと振動腕6aの側面に配置された電極7aが、接続電極8x, 8yを介して接続される。従つて、第3図Bの断面図に示すように異なる極性の電極7ahと7ah, あるいは7bhと7bhが対向するような電極配置となる。そうすると、第3図B中の矢印に示すように電界は、

- 3 -

主面と平行な成分のみとなる。そして、音叉型水晶振動子の巾方向は、水晶の結晶軸のX方向と一致しており、X方向の電界により振動が励振されることを考えると第3図に示すような電極構造は、さわめて効率よく振動を励振することが出来るのである。このことは第2図B中の矢印に示すような、従来の水晶振動子の電極構造に於る電界の向きと比較すれば容易に理解出来るであろう。さて、水晶振動子の場合、共振周波数 F_r 及び反共振周波数 F_a と電気機械結合係数 K の間には次のような関係がある。

$$\begin{aligned} \frac{dF_a}{F_a} - \frac{dF_r}{F_r} &= Q \cdot \frac{dK}{K} \dots\dots (1) \\ Q &= \frac{2K^2(1-2K^2)}{\pi^2(1-K^2)} \\ \pi &= \frac{\pi}{2} \cdot \frac{F_a}{F_r} \end{aligned}$$

従つて、(1)式を温度特性に適用すれば、結合係数 K と周波数-温度特性の関係が求められるのである。そして、 K が変化しても反共振周波数 F_a の温度特性は変化しないということが実験的に確か

- 4 -

められたので、 K の変化により共振周波数の温度特性が変化することになる。そして、音叉型水晶振動子の場合、周波数-温度特性は上に凸の二次曲線であり、その二次温度係数は約 $4 \times 10^{-2}/^{\circ}\text{C}^2$ であることが知られているので(1)式から、第4図曲線9に示すような、頂点温度の変化 ΔT と結合係数の関係が得られる。従つて、結合係数 K を大きくすれば高い頂点温度が得られるのである。ここで、従来の水晶振動子と本発明の水晶振動子の結合係数 K を比較してみると、

従来... $K \leq 0.07$

本発明... $K \leq 0.11$

となる。但し、この値は、振動子の全長が5mm以下、全巾が0.7mm以下の超小型水晶振動子の場合の値である。従つて本発明の水晶振動子を採用することにより約15℃頂点温度を上昇させることが可能となるのである。次に第3図Bに示すところの電極間の距離 W_0 と結合係数の関係を第5図に示す。第5図曲線10は、 $W_0 = W/2$ のときの結合係数 K で基準化された結合係数の値 K/K_0 を示し、曲線11は $W_0 = W/2$ のときの等価抵抗 R_{10} で基準化された等価抵抗の値 R_1/R_{10} を示す。第5図曲線10から明らかなように $W_0/W/2$ の値が0.4~1.0の値で高い結合係数が得られることが判る。いいかえると W_0/W が0.2~0.5の間にあれば良いということである。次に第6図に本発明の他の実施例を示す。すなわち二本の振動腕12a, 12bに各々二つの穴12ah-1, 12ah-2, および12bh-1, 12bh-2を設けるといふものであり、 W_0/W が小さくなつてくると、第3図A, Bに示す実施例に於ては穴の巾 W_0 が大きくなつてしまい、機械的な振動に悪影響を及ぼすことになるが、第6図A, Bに示す実施例を用いれば、穴の巾 W_0 が小さいままで、 W_0/W を変化させることが出来るので、機械的な振動への影響を非常に少なくすることが出来る。尚第6図の実施例に於ては、一方の振動腕12aの側面に配置された電極13aと、他方の振動腕12bに設けられた穴の側面に配置された電極13bhとが、接続電極14x, 14yを介して接続さ

- 5 -

- 6 -

れ、また、一方の振動腕12aに設けられた穴の側面に配置された電極13aと、他方の振動腕12bの側面に配置された電極13bとが、接続電極14a, 14bを介して接続されるというものである。

以上のような本発明の水晶振動子を用いれば、約15℃高い頂点温度が得られるので、第1図Bに示すところの改善された周波数-温度特性3は、高温領域に於ても非常に良好な特性が得られ、電子腕時計等の高精度化につつまわめて有用である。

また、第3図及び第6図の実施例に於ては振動子に穴を設けているが、貫通していない薄でも全く同様であることはもちろんであり、穴あるいは溝等は、エッチング加工技術を用いれば容易に形成することが出来、問題とはならない。

図面の簡単な説明

第1図Aは、水晶振動子を二個並列に組み込んだ発振回路図。第1図Bは、第1図Aの発振回路から得られる周波数-温度特性説明図。第2図A

、Bは従来の水晶振動子を示す平面図と断面図。第3図A, Bは本発明の水晶振動子の実施例を示す平面図と断面図。第4図は頂点温度の変化と結合係数の関係を示す説明図。第5図は、結合係数および等価抵抗と、電極間隔Wとの関係を示す説明図。第6図(A), (B)は本発明の水晶振動子の他の実施例を示す平面図と断面図。

- 6, 12... 本発明の水晶振動子
 6a, 6b, 12a, 12b... 振動腕
 6ah, 6bh, 12ah-1, 12ah-2, 12bh-1, 12bh-2... 穴
 7as, 7ah, 7bs, 7bh, 13as, 13ah, 13bs, 13bh... 励振電極
 8a, 8b, 8x, 8y, 14a, 14b, 14x, 14y... 接続電極
 9... ΔT 対K特性
 10... K/K₀ 対W/W₀特性
 11... R₁/R₁₀ 対W/W₀特性

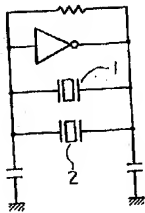
以上

出願人 株式会社第二精工舎

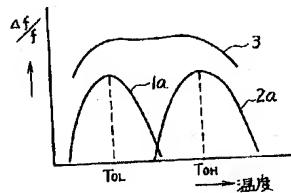
代理人 弁理士 最上 務

- 8 -

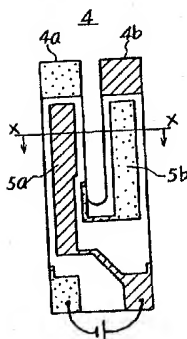
第1図 A



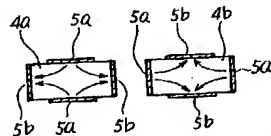
第1図 B



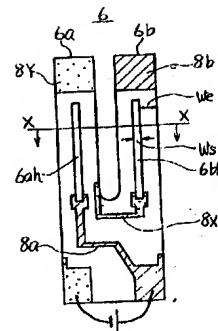
第2図 A



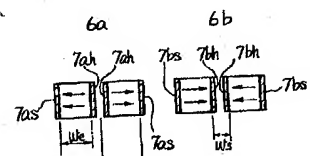
第2図 B



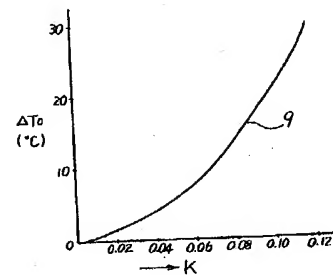
第3図 A



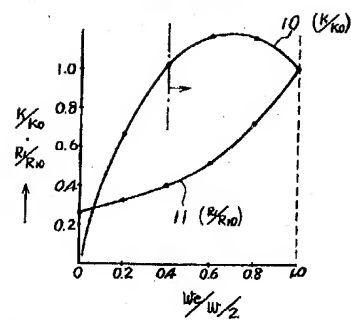
第3図 B



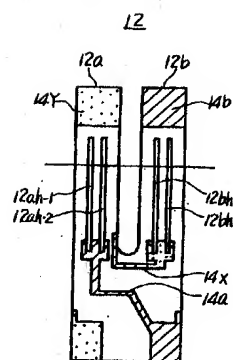
第4図



第5図



第6図 A



第6図 B

